

УДК 576.895.421 : 578.427

© 1990

**ПЕРЕДАЧА ВИРУСА КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА  
ИКСОДОВЫМИ КЛЕЩАМИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ (МЕХАНИЗМЫ, СРОКИ,  
ВИДОВЫЕ И ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ)**

**А. Н. Алексеев, С. П. Чунихин**

Самки и самцы иксодовых клещей родов *Ixodes* и *Dermacentor*, зараженные парентерально вирусом клещевого энцефалита на фазе имаго или нимфы и содержащие вирус в слюне, способны передавать возбудителя восприимчивым животным в первые минуты после присасывания. Сохранение образованного слюнной цементного конуса в коже животного увеличивает интенсивность течения инфекции, поскольку количество вируса в нем сравнимо с таковым в теле клеща. Количество вируса в жидкой слюне, выделяемой самками *I. persulcatus*, измеренное в разные периоды кровососания, увеличивается по сравнению с таковым в равном объеме слюны голодной особи на 1—2 порядка по крайней мере в течение первых 3 сут (срок наблюдения).

В отечественной литературе благодаря работам Павловского (1948) и Балашова (1967) прочно утвердилось мнение о том, что заражение животных и человека вирусом клещевого энцефалита (КЭ) тем вероятнее и успешнее, чем дольше питается на нем зараженный иксодовый клещ. Мнение это основано на том, что вирус обнаруживается в слюнных железах (Павловский, Соловьев, 1940), количество его в них в период питания нарастает, даже если клещ не был заражен на предыдущей фазе (Nosek, 1980), а объем выделяемой слюны растет параллельно функциональному развитию самих клеток слюнных желез в процессе кровососания (Балашов, 1965).

Видимо, именно поэтому кратковременное присасывание самцов считается неопасным, а для снижения вероятности заражения рекомендуются само- и взаимоосмотры для снятия наползающих и свежеприсосавшихся клещей.

Однако, как было нами показано ранее (Чунихин и др., 1988), первые же порции слюны голодных парентерально зараженных клещей содержали вирус КЭ. Кроме того, нами описаны возможные пути развития вируса в слюнных железах клещей, в клетках разного типа, в том числе и тех, которые являются вполне сформировавшимися к моменту готовности клеща к кровососанию — клетки «А» по Балашову (1979).

Задачей настоящего исследования явилась расшифровка возможных механизмов и сроков введения вируса КЭ в теплокровного хозяина переносчиками КЭ — клещами разных видов, получившими вирус не только парентерально на фазе имаго, но и трансфазово: либо при парентеральном заражении нимф, либо при заражении их на животном — доноре вируса.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

В опытах использовали имаго клещей *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794) и *Ixodes ricinus* (L., 1758) из Московской обл. (из районов, заведомо свободных от очагов КЭ), нимф и имаго *Dermacentor marginatus* (Sulzer,

1776) из районов, где вирус КЭ от этих клещей никогда не выделялся и *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930 из Красноярского края (нимфы, перелинявшие из личинок не заразивших животных при кормлении) и имаго — из Московской обл. из тех же районов, что и *I. ricinus*. Для сравнения использованы также *Hyalomma anatolicum* Koch, 1844 из Таджикской ССР. Нимф и имаго заражали парентерально по ранее описанной методике (Алексеев, Чунихин, 1987; Чунихин и др., 1988) с той лишь разницей, что клещей с целью накопления в них вируса содержали значительно дольше при температуре 21—24° — до 48 дней, а нимф после заражения докармливали на здоровых белых мышах, дожидались их линьки и впоследствии активировали, содержа *I. persulcatus* сначала на холоде, а *D. marginatus* (все время) — при комнатной температуре. Кроме того, нимф *I. persulcatus* подсаживали на мышей, зараженных вирусом КЭ внутривенно и интракеребрально.

Наличие вируса в слюне определяли, получая ее в сухой капилляр от голодных и от частично напитавшихся клещей, на разное время подсаживаемых на животных. Титр вируса определяли заражением новорожденных белых мышей (НБМ) (Чунихин и др., 1988), сравнивая его в случае *I. persulcatus* с числом бляшкообразующих единиц. Для этого использовали метод бляшек на культуре клеток почек эмбриона свиньи под агаровым покрытием. Для заражения взят вирус КЭ БК-130, выделенный в 1977 г. от клещей *I. persulcatus* в Бурятской АССР, который использовался и в предыдущих наших исследованиях. Однако в отличие от них исследовали не только жидкую слюну, но и цементный «конус», состоящий из затвердевшей слюны клещей, частично ассоциированной с тканями хозяина, а также собственно цементную пробку, аккуратно снятую с хоботка клеша в капле дистиллированной воды. Для получения конуса вырезали кусочек кожи мыши — «участок» присасывания клеша, а затем под бинокуляром выпарировали его из кожи и снимали (уже в капле воды) с гипостома с помощью игл и микроскальпеля. Затем растирали и титровали, как это описано ранее. После получения жидкой слюны в капилляр (от того же клеша) и слону, и самого клеша также исследовали на наличие вируса.

Для определения сроков передачи и сроков образования конуса, цемента и содержания вируса в них, клещей подсаживали под наклейку на здоровых беспородных белых мышей и ежечасно проверяли наличие или отсутствие факта присасывания. После этого клещей либо снимали для исследования, либо оставляли для питания на разные промежутки времени, по истечении которых их извлекали вышеописанным способом. В некоторых случаях, при кратких сроках присасывания, клещей срезали, оставляя хоботок в коже, имитируя скусывание клещей зверьком. В одном случае клеш действительно был скусан, и исследованы лишь конус и кровь мыши.

У мышей, с которых были сняты клещи, спустя 1-е и 2-е сутки исследовали кровь, взятую из параорбитального пространства, для определения наличия и титра вируса (титрование на НБМ).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных об обнаружении вируса КЭ в теле парентерально зараженных клещей и в их слюне в зависимости от сроков введения вируса и его накопления в теле клещей (табл. 1) показал, что в пределах первых 2—3 недель наблюдения наиболее высок процент обнаружения вируса КЭ у клещей рода *Ixodes*. Только у *Ixodes* наблюдается полное совпадение обнаружения вируса и в слюне, и в теле, причем у *I. persulcatus* — при условии достижения высоких цифр титра вируса в теле — уже на 9-й день.

Высокие титры вируса в достаточно ранние сроки могут быть получены и у клещей *H. anatolicum*, что, однако, может объясняться тем, что этих

Таблица 1

Обнаружение вируса в голодных самках иксодовых клещей через разные сроки после его парентерального введения

| Сроки после введения вируса (сутки) | <i>Ixodes</i>         |      |      |      |         |       |      |       |                   |       |  |  |
|-------------------------------------|-----------------------|------|------|------|---------|-------|------|-------|-------------------|-------|--|--|
|                                     | <i>I. persulcatus</i> |      |      |      |         |       |      |       | <i>I. ricinus</i> |       |  |  |
|                                     | А                     |      | Б    |      | В       | А     |      | Б     |                   | В     |  |  |
|                                     | абс.                  | отн. | абс. | отн. |         | абс.  | отн. | абс.  | отн.              |       |  |  |
| 9                                   | 2/2                   | 1    | 2/2  | 1    | 5—6     |       |      |       |                   |       |  |  |
| 13                                  |                       |      |      |      |         |       |      |       |                   |       |  |  |
| 15                                  |                       |      |      |      |         |       |      |       |                   |       |  |  |
| 18                                  |                       |      |      |      |         |       |      |       |                   |       |  |  |
| 20                                  | 2/3                   | 0.67 | 0/3  | 0    | 0.5—1.5 | 3/4   | 0.75 | 1/4   | 0.25              | 0.5—2 |  |  |
| 21                                  | 4/5                   | 0.8  | 1/2  | 0.5  | 0.5—4   |       |      |       |                   |       |  |  |
| 22                                  | 3/3                   | 1    | 0/1  | 0    | 0.5—1.5 |       |      |       |                   |       |  |  |
| 23                                  |                       |      |      |      |         |       |      |       |                   |       |  |  |
| 24                                  | 1/4                   | 0.25 | 0/4  | 0    | 5       |       |      |       |                   |       |  |  |
| 33                                  |                       |      |      |      |         | 11/11 | 1    | 10/10 | 1                 | 1.5—6 |  |  |
| 48                                  |                       |      |      |      |         |       |      |       |                   |       |  |  |

Таблица 1 (продолжение)

| Сроки после введения вируса (сутки) | <i>Dermacentor</i>    |      |      |      |                      |            |              |      | <i>Hyalomma</i>      |   |           |           |         |      |   |
|-------------------------------------|-----------------------|------|------|------|----------------------|------------|--------------|------|----------------------|---|-----------|-----------|---------|------|---|
|                                     | <i>D. reticulatus</i> |      |      |      | <i>D. marginatus</i> |            |              |      | <i>H. anatolicum</i> |   |           |           |         |      |   |
|                                     | А                     |      | Б    |      | В                    | А          |              | Б    |                      | В | А         |           | Б       |      | В |
|                                     | абс.                  | отн. | абс. | отн. |                      | абс.       | отн.         | абс. | отн.                 |   | абс.      | отн.      | абс.    | отн. |   |
| 9                                   |                       |      |      |      |                      |            |              |      |                      |   | 5/13 0.38 | 1/13 0.07 | 1.0—6.5 |      |   |
| 13                                  |                       |      |      |      |                      |            |              |      |                      |   | 7/8 0.87  | 3/8 0.37  | 0.5—5.5 |      |   |
| 15                                  |                       |      |      |      |                      |            |              |      |                      |   |           |           |         |      |   |
| 18                                  |                       |      |      |      |                      | 11/14 0.78 | 8/14 0.57    |      |                      |   | 1.5—5.5   |           |         |      |   |
| 20                                  |                       |      |      |      |                      |            |              |      |                      |   |           |           |         |      |   |
| 21                                  |                       |      |      |      |                      |            |              |      |                      |   |           |           |         |      |   |
| 22                                  | 1/8                   | 0.12 | 0/7  | 0    | 1.5                  | 14/21 0.66 | 0/7 0 *      |      |                      |   | 2.3—5     |           |         |      |   |
| 23                                  |                       |      |      |      |                      | 20/22 0.9  | 5/10 0.5 **  |      |                      |   | 1.8—6     |           |         |      |   |
| 24                                  | 5/5                   | 1    | 3/4  | 0.75 | 0.1—1.5              | 16/17 0.94 | 1/6 0.17 *** |      |                      |   | 1.33—5    |           |         |      |   |
| 33                                  | 4/5                   | 0.8  | 2/4  | 0.5  | 2.5—3                |            |              |      |                      |   |           |           |         |      |   |
| 48                                  | 5/6                   | 0.83 | 3/4  | 0.75 | 1.5—4                |            |              |      |                      |   |           |           |         |      |   |

П р и м е ч а н и е. А — число зараженных клещей к числу исследованных; Б — обнаружение вируса в слюне к числу проб; В — величина титра вируса в клещах в Ig LD<sub>50</sub> в 0.03 мл, минимальное и максимальное значения; звездочкой отмечен физиологический возраст: одна звездочка — 2-й возраст, две — 3-й, три — 4-й.

клещей, в отличие от остальных, содержавшихся при комнатной (20—22°) температуре, инкубировали при 37°. Спустя две недели инкубации у всех видов наблюдалась достаточно высокие титры вируса в теле и в большинстве случаев при высоких цифрах максимума нарастания титров в теле наблюдалось выделение вируса и со слюной. Последнее, как это показано нами ранее (Алексеев и др., 1988) и как это видно из табл. 1, в существенной степени зависит от физиологического возраста клещей в момент заражения. Возможно, что резкие колебания в выделении вируса со слюной у клещей в разных партиях, например у *I. persulcatus* от 0 до 100 % и *D. reticulatus* от 0 до 75 %, в близкие сроки объясняются именно этим. Так, разница между 2-м и 3-м физиологическим возрастами у клещей *D. marginatus*, исследованных практически в одни и те же сроки (23-й и 24-й дни после введения вируса), составила — по цифрам обнаружения вируса в слюне — от нуля до 50 %. При использовании материала безвыборочно (из природы) приходится, как пока

Таблица 2

Эффективность заражения *Ixodes persulcatus* при разных способах введения вируса нимфам

| Способ  | Взято в опыт | Количество нимф |          |  |       | Количество имаго, их зараженность |  |       |          |                                 |                                   |       |          |                                 |  |                                  |      |
|---|--------------|-----------------|----------|--|-------|-----------------------------------|--|-------|----------|---------------------------------|-----------------------------------|-------|----------|---------------------------------|--|----------------------------------|------|
|   |              | напиталось      |          | перелиняло на имаго                      |       | самцы                             |  |       |          | самки                           |                                   |       |          | всего                           | заражено к числу исследованных самок * | число случаев обнаружения вируса |      |
|   |              | всего           | заражено | вирус в слюне к числу исследованных проб | всего | заражено                          | вирус в слюне к числу исследованных проб | всего | заражено | в цементном конусе к числу проб | в жидкотекущем слюне к числу проб | всего | заражено | в цементном конусе к числу проб | в жидкотекущем слюне к числу проб      |                                  |      |
|   |              | абс.            | отн.     | абс.                                     | отн.  | абс.                              | отн.                                     | абс.  | отн.     | абс.                            | отн.                              | абс.  | отн.     | абс.                            | отн.                                   |                                  |      |
| Введением взвеси вируса парентерально с докормом на здоровой мыши | 20           | 9               | 0.45     | 9/9                                      | 1     | 4                                 | 2/4                                      | 0.5   | 1/4      | 0.25                            | 5                                 | 5/5   | 1        | 4/4                             | 1                                      | 5/5                              | 1    |
| Кормлением на зараженной мыши:                                    |              |                 |          |  |       |                                   |  |       |          |                                 |                                   |       |          |                                 |  |                                  |      |
| вirus введен внутривенно  | 8            | 5               | 0.62     | 5/5                                      | 1     | 2                                 | 0/2                                      | —     | 0/2      | —                               | 3                                 | 1/2   | 0.5      | 1/2                             | 0.5                                    |                                  |      |
| вirus введен интракраниально                                      | 28           | 23              | 0.82     | 23/23                                    | 1     | 7                                 | 6/7                                      | 0.86  | 4/6      | 0.67                            | 16                                | 9/11  | 0.82     | 8/10                            | 0.8                                    | 9/11                             | 0.82 |

П р и м е ч а н и е. \* — часть самок погибла при подсадке на животное, и потому число исследованных меньше числа перелинявших.

зали наши дальнейшие наблюдения, иметь дело именно с этими возрастными группами клещей.

Получение слюны от особей, зараженных вирусом КЭ на фазе нимфы, позволило иметь гораздо более однородный материал. Как видно из табл. 2, нимфы, выведенные в акариуме в Красноярском крае, в достаточно высоком проценте случаев напитывались на животном, причем, судя по зараженным самкам, наилучшие результаты получены при использовании особей, зараженных на фазе нимфы парентерально, а также при инфицировании на мышах, которым вирус был введен в мозг. Однако при парентеральном заражении напитывалось лишь около половины особей, т. е. существенно меньше, чем при подсадке интактных особей на зараженную мышь. Способ заражения никак не сказался на линьке нимф в имаго. Судя по числу обнаружений вируса в раз-

Таблица 3

Распределение самок *Ixodes persulcatus*, перелинявших из зараженных нимф, по наличию вируса в их теле, цементном конусе и жидкотекущем слюне

| Группа клещей | Количество самок в группе | Титр вируса в lg LD <sub>50</sub> в 0.03 мл |                    |                      |
|---------------|---------------------------|---|--------------------|----------------------|
|               |                           | в теле клеща                                | в цементном конусе | в жидкотекущем слюне |
| 1             | 3                         | 0   | 0                  | 0                    |
| 2             | 1                         | 1.5   | 1.5                | 0.1                  |
| 3             | 10                        | 3.5—7                                       | 3—4.5              | 0.1—3<br>(5.42+0.4)  |

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 4: в скобках — среднее значение. 1-я группа — не содержат вируса, 2-я — содержат не более 1.5 lg LD<sub>50</sub> в 0.03 мл, 3-я — содержат существенно большее количество вируса.

Таблица 4

Количество вируса (в  $\lg LD_{50}$  в 0.03 мл) в самках *Ixodes persulcatus* и в выделяемой ими слюне в зависимости от длительности питания

| Длительность питания (сутки) | Количество самок | Количество вируса в них | Количество исследованных цементных конусов | Количество вируса в них | Количество проб жидкой слюны | Количество вируса в слюне в пересчете на 1 порцию слюны голодной самки |
|------------------------------|------------------|-------------------------|--|-------------------------|------------------------------|--|
| 0 *                          | 2                | 6<br>4—7<br>(5.33±0.42) | 7 **                                       | 3—4.5<br>(4.0±0.21)     | 5                            | 0.1—0.3<br>(0.14±0.04)<br>3  |
| 1                            | 6                |                         |  |                         | 1                            |  |
| 2                            | 3                | 1.5—4<br>(3±0.76)       | 3  | 1.5—4.5<br>(3.16±0.89)  | 2                            | 0.1  |
| 3                            | 3                | 6—7<br>(6.33±0.33)      | 3  | 3.5—4<br>(3.83±0.16)    | 1<br>1                       | 2<br>0.1   |
|                              |                  |                         |  |                         | 4 ***                        | 1—2<br>(1.5±0.28)  |

П р и м е ч а н и е. \* — непитавшиеся (иеприсосавшиеся) самки, слюна не исследовалась; \*\* — количество исследованных конусов больше числа исследованных самок, так как в 1-м случае самка была сгрызена мышью, а конус извлечен из кожи и исследован; \*\*\* — количество исследованных порций слюны больше числа самок, так как от некоторых особей получено и исследовано по нескольку порций слюны разных объемов.

ных фракциях слюны после подсадки имаго на животное, наилучшее заражение получено при кормлении нимф на интрацеребрально зараженном доноре: 21 положительный ответ из 27 проб слюны от самцов и самок (78 %) — и при докармливании парентерально зараженных нимф на здоровом животном: 10 из 14 (71 %) — по тем же показателям. Хуже заразились и дали меньше половины положительных ответов имаго, инфицированные на фазе нимфы на животном, которому вирус был введен внутривенно.

Как видно из табл. 3, если самки вообще содержали вирус, то он обнаруживался в обеих фракциях слюны; причем в отличие от парентерально зараженных имаго при трансфазовом переходе вируса его количество, выделяемое во внешнюю среду — в теплокровного хозяина, — было тем большим, чем больше вируса содержалось в теле клеща. Нельзя, правда, исключить рост титра вируса в процессе питания клеща на животном, который, однако, был не слишком существен, ибо отчетливой разницы в титрах отметить нельзя (табл. 4), за исключением только самок, питавшихся в течение 3 сут.

Обращает на себя внимание сопоставимость величин титров вируса в цементном конусе и в самом теле клеща, а также рост титра вируса в жидкой слюне даже при приведении ее объемов к объему слюны, выделяемой при стимулировании голодными клещами. Максимальный титр вируса КЭ, наблюдавшийся нами в слюне голодных клещей, зараженных парентерально на фазе имаго, составил 1.5  $\lg LD_{50}$  в 0.03 мл (Алексеев и др., 1988), тогда как после суток пребывания на мыши он мог достичь и вдвое большей величины (табл. 4).

Рост объема выделяемой жидкой слюны, равно как и увеличение титра вируса в слюнных железах питающихся клещей, — факты общезвестные (Балашов, 1965; Chernesky, McLean, 1969; Nosek e. a., 1972), однако наличие вируса в цементном конусе, да к тому же в количествах, сопоставимых с количеством вируса в самом клеще, — факт ранее никем не описанный.

Нас далее интересовало сопоставление величины титра вируса в клещах, цементном конусе и жидкой слюне в зависимости от продолжительности присасывания клещей разных видов, по-разному зараженных. Как видно из табл. 5, успешная передача вируса достигается не только при длительном присасывании самок, зараженных на предыдущей фазе развития, что можно связать с высоким содержанием вируса как в жидкой фазе слюны, так и с очень

Таблица 5  
Количество вируса в самках иксодовых клещей, их слюне и животных-реципиентах

| Время от момента присасывания до снятия | Вид клеша                | Титр вируса в Ig LD <sub>50</sub> в 0.03 мл |                    |                                 |                                |     | Заржение животного-реципиента |
|---|--------------------------|---|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----|-------------------------------|
|   |                          | в теле самки                                | в цементном конусе | во всем объеме жидкой слюны *** | в животном-реципиенте на сутки | 1   |                               |
| 2 ч                                     | <i>I. ricinus</i> *      | 3   | 0.2                | н                               | 0.1                            | 0.1 | +                             |
| 17—18 ч                                 | <i>I. ricinus</i> *      | 3   | 5                  | 5                               | 0.1                            | 0.5 | +                             |
|   |                          | 0.1   | 3                  | н                               | 0.1                            | н   | +                             |
| 1 сутки и более (до 3)                  | <i>D. reticulatus</i> *  | 3.5   | 1.5                | н                               | 0                              | 0   | —                             |
|   |                          | 3   | 0                  | 0                               | 2.5                            | 3   | +                             |
|   |                          | 5   | н                  | н                               | 0                              | 0   | —                             |
|   |                          | 5   | н                  | н                               | 0                              | 0   | —                             |
|   |                          | 1.5   | 1                  | 0.1                             | н                              | н   | +                             |
|   |                          | 3.5   | 3.5                | 0.1                             | н                              | н   | +                             |
|   |                          | 4   | 4                  | 0.1                             | н                              | н   | +                             |
|   |                          | 4   | 4.5                | 3                               | н                              | н   | +                             |
|   | <i>I. persulcatus</i> ** | 5   | 3.5                | 0.5                             | н                              | н   | +                             |
|   |                          | 5   | 4.5                | н                               | 1.5                            | 1.5 | +                             |
|   |                          | 5   | 4.5                | 0.1                             | н                              | н   | +                             |
|   |                          | 6   | 3.5                | 2                               | н                              | н   | +                             |
|   |                          | 6   | 4                  | 3                               | н                              | н   | +                             |
|   |                          | 6   | 4.5                | 0.1                             | н                              | н   | +                             |
|   |                          | 7   | 4                  | 3                               | н                              | н   | +                             |
|   |                          | 7   | 4                  | 4                               | н                              | н   | +                             |

П р и м е ч а н и е. н — нет данных; + — животное заболело или погибло от КЭ; — не заболело; \* — имаго, зараженные парентерально; \*\* — заражение на фазе нимфы (самки те же, что и в табл. 2—4); \*\*\* — в пересчете на объем слюны голодной самки.

высоким содержанием в цементном конусе, но и при гораздо более кратковременном периоде присасывания (меньше суток) и даже при 2-часовом присасывании. Во всех этих случаях у клещей рода *Ixodes* наблюдалось значительное количество вируса в цементном конусе, равное, а иногда превосходящее таковое в теле самки. Нами подтверждено мнение о слабой способности *D. reticulatus* к переносу вируса КЭ: несмотря на наличие высоких титров в теле самок и даже в конусе, передача вируса скорее исключение, нежели правило. В слюне голодных клещей этого вида, содержащих вирус в теле в титрах от 1.5 до 4.0 Ig LD<sub>50</sub> в 0.03 мл, титр вируса был сопоставим с минимальными цифрами, характерными для *Ixodes* и *D. marginatus*, не превышая 0.2 Ig LD<sub>50</sub> в 0.03 мл.

Тем не менее клещи *D. reticulatus* оказались способными, подобно *Ixodes ricinus*, передавать вирус и при весьма кратковременном присасывании — менее часа, несмотря на весьма незначительное содержание вируса, обнаруженное в теле самки (табл. 6). Другая самка того же вида, несмотря на более высокое содержание вируса в теле, животное не заразила. Напротив, все 7 присосавшихся самок *I. ricinus* передали вирус животным, у которых спустя 1—2-е сутки либо наблюдалась вирусемия, либо отмечено заболевание КЭ или гибель с характерной клиникой. Надо отметить, что самки *I. ricinus* и тем более *D. reticulatus*, которые были сняты менее чем через час, легко извлекались из кожи белой мыши вместе с цементным футляром на хоботке. Эти данные, так же как наши наблюдения об успешной передаче вируса укусом самцов (длительность которого фиксировать не удается), говорят о том, что введение первой же порции слюны, содержащей вирус, способно вызвать заражение животного. Не удается отметить связи между интенсивностью заражения самки и развитием вирусемии у беспородных мышей-реципиентов. При одном и том же высоком содержании вируса у самок *I. ricinus* у мышей-

Таблица 6

Передача вируса при сравнительно кратковременном присасывании самок в зависимости от сохранения в коже цементного конуса

| Длительность присасывания клещей (часы) | Наличие в коже цементного конуса | Вид клеща                | Титр вируса КЭ в Ig LD <sub>50</sub> в 0.03 мл |          |   |      | Зарожение мышь-реципиентов |
|---|----------------------------------|--------------------------|--|----------|---|------|----------------------------|
|   |                                  |                          | в теле клеща                                   | в конусе | в крови мышь-реципиентов через разные интервалы после момента присасывания (часы) | 24   |                            |
| <1                                      | Есть                             | <i>I. ricinus</i> *      | 1.5  |          | 0.1   | 2.75 | +                          |
|   | Есть                             |                          | 5  |          | 2.5   | 3    | +                          |
|   | Есть                             |                          | 6  |          | 4.5   | 2    | ++                         |
|   | Есть                             | <i>D. reticulatus</i> ** | 0.1  |          | 0.5   | 0.5  | +                          |
|   | Нет                              | <i>I. ricinus</i>        | 2  | н        | 0   | 0    | +                          |
|   | Нет                              |                          | 6  | н ***    | 0.1   | н    | +                          |
|   | Нет                              |                          | 6  | и ***    | н   | н    | +                          |
|   | Нет                              |                          | 6  | н ***    | н   | н    | +                          |
|   | Нет                              | <i>D. reticulatus</i>    | 2.5  | н ***    | 0   | 0    | —                          |
|   | 2                                | <i>I. ricinus</i>        | 3  | 0.2      | 0.1   | 0.1  | +                          |
| 17.5                                    | Нет                              | <i>I. ricinus</i>        | 0.1  | 0.5      | 0.1   | 0.5  | +                          |
| 19                                      | Нет                              | <i>I. persulcatus</i>    | ****   | 0.3      | 1.5   | 1.5  | +                          |

Приложение. н — нет данных по взятым пробам; + — животное заразилось, — не заразилось; \* — самки извлечены без конуса, конус остался в коже мыши; \*\* — самка извлечена с частью конуса на хоботке, но исследовалась без него (конус исследовать не удалось); \*\*\* — клещи исследовались вместе с цементным конусом на хоботке; \*\*\*\* — самка не могла быть исследована, так как была уничтожена мышью-реципиентом.

реципиентов отмечали как едва обнаружимую (0.1 Ig LD<sub>50</sub> в 0.03 мл), так и весьма выраженную вирусемию (4.75). Зато очень четко прослеживается связь между величинами вирусемии у мышей-реципиентов и наличием или отсутствием цементной «пробки» в коже мыши после снятия с нее клеща (табл. 6). Снятый через час клещ *D. reticulatus*, часть цементного конуса которого осталась в ранке, вызвал заметную вирусемию у мыши, на которой пытался питаться. Максимальные цифры вирусемии на 1—2-е сутки дали именно те клещи (*I. ricinus*), цементный конус которых остался в коже мыши вместе с хоботком. Напротив, клещи, цементный конус которых был извлечен вместе с хоботком или специально вырезался, вызывали менее выраженную вирусемию, во всяком случае в течение 1-х и 2-х суток. Не мешает еще раз повторить, что в конусе *I. ricinus*, который, по данным Носека и соавторов (Nosek e. a., 1978), не содержит внутреннего цементирующего вещества, через 2 ч может быть вирус КЭ в титре равном 0.2 Ig LD<sub>50</sub> в 0.03 мл, а через 17.5 ч даже 0.5 Ig (табл. 6).

Однако даже при удалении этих содержащих большое количество вирионов цементных конусов, равно как и в случаях кратковременного присасывания самцов, заражение животного происходит при введении первых же порций вирусодержащей слюны клещей и, очевидно, в первые же минуты после присасывания.

#### ВЫВОДЫ

1. Накопление вируса КЭ в теле иксодовых клещей при парентеральном заражении происходит у представителей родов *Ixodes* и *Dermacentor* — при сходных условиях температуры — в сравнимые сроки до сходных величин.
2. При прочих равных условиях выделение вируса со слюной происходит чаще у клещей рода *Ixodes* по сравнению с таковыми у *Dermacentor*, что скрывается на большей успешности передач вируса при кратковременном при-

сасывании как самок, так и самцов *Ixodes*. Разброс данных по частоте выделения вируса из слюны клещей с высоким его титром в теле может, судя по *D. marginatus*, зависеть от различий в физиологическом возрасте взятых в опыты клещей.

3. Клещи, получившие вирус на фазе нимфы, даже при гарантированном парентеральном его введении и наличии вируса в теле имаго, содержали его в слюне не в 100 % случаев.

4. При присасывании клещей изученных видов в коже мыши формируется конус из цементообразующей слюны и тканей хозяина, содержание вируса в котором, судя по титру в  $lg LD_{50}$  в 0,03 мл, сравнимо или даже превосходит таковое в теле клеша. Количество вируса в выделяемой в разные сроки после присасывания жидкой слюне растет и может превышать таковое в равном объеме слюны голодной самки на 1—2 порядка.

5. Для передачи вируса и заражения животных достаточно весьма кратковременного присасывания клещей: менее 1 ч — для самок (срок наблюдения) и, видимо, еще меньшего — для самцов. Извлечение клеша даже вместе с конусом в этот период не предотвращает заражения, если в слюне голодной особи содержится вирус.

6. Экспериментально подтверждена возможность раннего попадания вируса КЭ в органы хозяина и закрепления его в тканях внутри «цементной пробки» в количествах, сравнимых с титром вируса в теле клеша.

7. Интенсивность нарастания вирусемии и ее уровень выше у животных-реципиентов, в коже которых оставлен весь или хотя бы часть цементного конуса присосавшихся менее чем на 1 ч и затем удаленных самок.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- Алексеев А. Н., Разумова И. С., Чунихин С. П., Решетников И. А. Поведение вируса клещевого энцефалита в клещах *Dermacentor marginatus* Sulz. (Ixodidae) разного физиологического возраста // Мед. паразитол. 1988. № 3. С. 17—21.  
Алексеев А. Н., Чунихин С. П. Способ изготовления стеклянных микроигл для инъекирования клещей и других мелких членистоногих // Мед. паразитол. 1987. № 6. С. 69—70.  
Балашов Ю. С. Механизм слюноотделения и морфолого-гистохимические особенности слюнных желез иксодовых клещей (Acarina, Ixodoidea) // Энтомол. обозр. 1965. Т. 44, вып. 4. С. 785—802.  
Балашов Ю. С. Кровососущие клещи (Ixodoidea) — переносчики болезней человека и животных. Л.: Наука, 1967. 319 с.  
Балашов Ю. С. Ультраструктурные особенности слюнных желез таежного клеша *Ixodes persulcatus* (Ixodidae). I. Гранулоsekretирующие альвеолы голодной самки // Паразитология. 1979. Т. 18, вып. 6. С. 572—581.  
Павловский Е. Н. Руководство по паразитологии человека. Т. II. М.; Л., 1948. С. 525—1022.  
Павловский Е. Н., Соловьев В. Д. Экспериментальное исследование над циркуляцией вируса клещевого энцефалита в организме клеша-переносчика (*Ixodes persulcatus*) // Арх. биол. наук. 1940. Т. 59, вып. 1—2. С. 111—117.  
Чунихин С. П., Алексеев А. Н., Решетников И. А. Определение дозы вируса клещевого энцефалита в слюне голодных иксодовых клещей // Мед. паразитол. 1988. № 3. С. 89—91.  
Chernesky M. A., McLean D. M. Localization of Powassan virus in *Dermacentor andersoni* ticks by immunofluorescence // Canad. J. Microbiol. 1969. Vol. 15, N 12. P. 1399—1408.  
Nosek J. Virus-vector-host relationships. Ticks // Inter. Symp. Aspects in Ecology of Arboviruses. Proc. Bratislava, 1980. P. 223—244.  
Nosek J., Ciampor F., Kožuch O., Rajčáni J. Localization of tick-borne encephalitis virus in alveolar cells of salivary glands of *Dermacentor marginatus* and *Haemaphysalis inermis* ticks // Acta virol. 1972. Vol. 16, N 6. P. 493—497.  
Nosek J., Rajčáni J., Kožuch O. Reaction of the host to the tick bite. III. The bite of viruliferous *Ixodes ricinus* female // Zbl. Bakteriol., Parasitenk., Infektionskrankh. und Hyg. 1978. Abt. 1 Orig., A242, N 2. S. 141—147.

Институт полиомиелита  
и вирусных энцефалитов АМН СССР,  
Москва

Поступила 14.11.1988

TRANSMISSION OF THE TICK-BORNE ENCEPHALITIS VIRUS BY IXODID TICKS  
IN THE EXPERIMENT (MECHANISMS, TERMS, SPECIES AND SEXUAL DISTINCTIONS)

A. N. Alekseev, S. P. Chunikhin

S U M M A R Y

Females and males of ixodid ticks (*Ixodes* and *Dermacentor*) infected parenterally with the tick-borne encephalitis virus at the adult or nymphal phase and containing the virus in the saliva are able to transmit the agent in the first minutes after the bite of the sensitive animal host. Preservation of the cement conus produced by saliva in the animal skin enhances the infection intensity because the quantity of the virus in the conus is comparable with that in the tick's body. The virus quantity in the fluid saliva, excreted by *I. persulcatus* females and measured during different periods of bloodsucking (at least during the first three days), increases 10 to 100 times in comparison with a comparable volume of hungry ones.

---